

Docket No. 219567US2SRD

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Ichiro SETO, et al.

SERIAL NO: New Application

FILED: Herewith

FOR: LIGHT TRANSMITTER AND OPTICAL TRANSFER SYSTEM

REQUEST FOR PRIORITY

ASSISTANT COMMISSIONER FOR PATENTS
WASHINGTON, D.C. 20231

- SIR:
- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number _____, filed _____, is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Provisional Application Serial Number _____, filed _____, is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e).
- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

COUNTRY
JAPAN

APPLICATION NUMBER
2001-038022

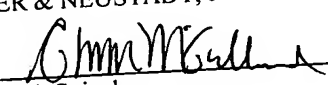
MONTH/DAY/YEAR
February 15, 2001

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. _____ filed _____
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number _____
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. _____ filed _____; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s) _____
- ☐ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.


Marvin J. Spivak

Registration Number 21,124
Registration Number 21,124



22850

Tel. (703) 413-3000
Fax. (703) 413-2220
(OSMMN 10/98)

RS
#2
J1002 U.S. PTO
10/073974
02/14/02

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

J1002 U.S. PTO
10/073974
02/14/02

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 2月15日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-038022

出 願 人

Applicant(s):

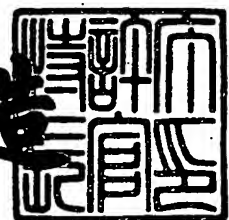
株式会社東芝

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2001年10月19日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



Best Available Copy

出 願 番 号 出 願 特 2001-3092717

【書類名】 特許願

【整理番号】 13B00Z0211

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04B 10/00

【発明の名称】 光送信器及び光伝送システム

【請求項の数】 11

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝
 研究開発センター内

 【氏名】 瀬戸 一郎

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝
 研究開発センター内

 【氏名】 富岡 多寿子

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝
 研究開発センター内

 【氏名】 大島 茂

【特許出願人】

 【識別番号】 000003078

 【氏名又は名称】 株式会社 東芝

【代理人】

 【識別番号】 100083161

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 外川 英明

 【電話番号】 (03)3457-2512

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 010261

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光送信器及び光伝送システム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 外部と熱的に接触可能な第 1 の熱的接触部を有し、パッケージされたレーザダイオードと、

前記第 1 の熱的接触部に設けられ、外部と熱的に接触可能な第 2 の熱的接触部を有する発熱のみの熱源を備える光送信器。

【請求項 2】 前記第 1 の熱的接触部に設けられた熱検出器を備えることを特徴とする請求項 1 記載の光送信器。

【請求項 3】 前記レーザダイオードから発振される光の波長が前記発熱のみの熱源から与えられる熱によって制御されることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の光送信器。

【請求項 4】 前記発熱のみの熱源がトランジスタであることを特徴とする請求項 1 乃至 3 記載の光送信器。

【請求項 5】 前記レーザダイオードのパッケージが同軸型パッケージであることを特徴とする請求項 1 乃至 4 記載の光送信器。

【請求項 6】 前記レーザダイオードのパッケージが Mini-DIL 型パッケージであることを特徴とする請求項 1 乃至 4 記載の光送信器。

【請求項 7】 情報信号に応じた光信号を出力する請求項 1 乃至 6 記載の光送信器をそれぞれ備える複数の子局と、

前記複数の子局からの光信号が光多重された光多重信号を受信する親局を備える光伝送システムであって、

前記子局は、前記光送信器の発熱のみの熱源の発熱量を調節することによって、前記光送信器のレーザダイオードから出力される光信号の波長を制御する波長制御器をさらに備えることを特徴とする光伝送システム。

【請求項 8】 前記親局は、前記受信した光多重信号から光ビート雑音を検出する検出器を備え、

前記親局は前記検出器の出力結果を元に前記光送信器のレーザダイオードの波長を制御するための波長制御信号を前記子局へ出力し、

前記子局の波長制御器は、受け取った前記波長制御信号に応じて前記レーザダイオードから出力される光信号の波長を制御することにより、前記光ビート雑音を抑制することを特徴とする請求項 7 記載の光伝送システム。

【請求項 9】 前記波長制御器は、前記レーザダイオードの温度を測定し、温度情報信号を出力する温度測定器を備え、

前記子局は前記温度情報信号にも応じた前記光信号を前記親局へ送信し、

前記親局は前記温度情報信号を受信する温度情報受信器を備え、

前記親局は前記検出器及び温度情報受信器の出力結果を元に前記レーザダイオードの波長を制御するための波長制御信号を前記子局へ出力することを特徴とする請求項 8 記載の光伝送システム。

【請求項 10】 前記子局はアンテナを備え、

前記情報信号は前記アンテナで受信した無線信号であることを特徴とする請求項 7 乃至 9 記載の光伝送システム。

【請求項 11】 前記子局は周波数変換器を備え、

前記情報信号は子局毎に異なる周波数帯に前記周波数変換器で周波数変換され、この周波数変換された信号に応じた光信号が、前記親局へ光サブキャリア多重伝送されることを特徴とする請求項 7 乃至 10 記載の光伝送システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光ファイバを介して親局と複数の子局を接続する光伝送システムにおいて、伝送品質に対して信頼性の高い、子局から親局への上りリンクに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

FTTH (Fiber-To-The-Home) に代表される光加入者アクセス系の加入者宅、携帯電話や ITS (Intelligent Transport Systems) の無線基地局等 (子局) を光ファイバで制御局 (親局) に収容するパッシブ光多重伝送システムが注目されている。パッシブ光多重伝送技術は、サブキャリア多重技術と併用することにより、

親局は一对のみの光送受信器で、複数の子局との送受信を一括して同時に行え、伝送システム構成の簡易化及び小型化に適している。但し、パッシブ光多重伝送系には、子局から親局への上りリンクにおいて、複数の子局からの光信号が干渉することによって発生する光ビート雑音の問題がある。図10は、光ビート雑音を説明するための図である。光ビート雑音とは、図10(a)に示されるように、複数の子局から出力される光信号の波長差が $\Delta\lambda$ である光信号Aと光信号Bを一括して受信した場合に、図10(b)に示されるように、親局で受信した情報信号の $\Delta\lambda$ に相当する周波数帯に発生する雑音成分である。子局間から出力される光信号の波長が接近し $\Delta\lambda$ が小さくなると、情報信号帯域（例えば1GHz程度の無線信号帯域）近傍に光ビート雑音が現れ、伝送品質を劣化させる。この光ビート雑音に対しては、幾つかの解決方法が提案されている。

【0003】

例えば、登録特許第3096694号公報では、親局側の雑音検出器で光ビート雑音の有無を検出して、サブキャリア多重信号の伝送品質を劣化させないよう、各子局の光源の波長を設定値に制御する方法が提案されている。この波長制御方法は、ペルチェ素子による熱源素子の発熱及び吸熱効果から、子局側レーザダイオードの温度を制御して、波長を所定値に安定化させている。しかし、発熱及び吸熱を用いて温度制御する方法は、子局側レーザダイオードのパッケージを含めた熱伝達の固体差から、制御系が発振を起こしやすく、また温度が定常状態になるのに時間がかかったりする場合がある。そのため波長がふらつき、光ビート雑音を回避できない場合が発生する。

【0004】

発熱及び吸熱効果による温度制御には、ペルチェ素子が適している。そして、レーザダイオードのパッケージがバタフライ型の場合は、パッケージの中にレーザダイオードとペルチェ素子を内蔵することが可能である。しかしながら、バタフライ型は、ピンを配置するスペースを必要とし、さらにコストが高いという問題がある。光送信部の小型化及び低コスト化のためには、レーザダイオードのみがパッケージされている簡易な構成の同軸型やMini-DIL (Minimum Dual-In-Line) 型が望まれる。簡易な構成の同軸型やMini-DIL型はすでにパッケージされてい

るので、ペルチェ素子を内蔵するのは不可能であり、パッケージされたレーザダイオードに外付けで取り付けることが必要となる。しかし、外付けのペルチェ素子とパッケージされたレーザダイオードを十分に封止することは困難であり、空気の混入による結露がペルチェ素子に起こり、短絡して故障する等が予想され、長期的な信頼性が低下する問題がある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

パッシブ光多重伝送技術は、親局は一对のみの光送受信器で、複数の子局との送受信を一括して同時に行え、伝送システム構成も簡易及び小型となる利点がある。但し、複数の子局から親局への上りリンクにおいては、光ビート雑音の影響を回避するため、各子局のレーザダイオードの波長を制御する必要がある。従来は、ペルチェ素子のような熱源素子の発熱及び吸熱効果を用いて、温度を制御し、波長を所定値に安定させる方法がとられていた。しかし、この方法は、レーザダイオードのパッケージを含めた熱伝達の固体差から、制御系が発振を起こすことがあり、また温度が定常状態になるのに時間がかかったりする場合がある。そのため波長がふらつき、光ビート雑音を回避できない場合が発生する。また、レーザダイオードのパッケージにおいて、ペルチェ素子を内蔵可能なバタフライ型は、コストが高く、ピン配置のスペースも必要とすることから小型化には適していない。小型化及び低コスト化に適した同軸型パッケージやMini-DIL型パッケージでは、発熱及び吸熱効果を与えるペルチェ素子を内蔵できず、レーザダイオードに外付けで取り付けることが必要である。しかし、レーザダイオードと外付けペルチェ素子の間で封止を十分とすることは困難であり、空気の混入による結露を引き起こし、長期的な信頼性が低下する問題がある。

【0006】

【課題を解決するための手段】

第1の発明は、外部と熱的に接触可能な第1の熱的接触部を有し、パッケージされたレーザダイオード(11)と、前記第1の熱的接触部に設けられ、外部と熱的に接触可能な第2の熱的接触部を有する発熱のみの熱源(17)を備える光送信器である。

【0007】

第2の発明は、前記第1の熱的接触部に設けられた熱検出器（19）を備えることを特徴とする第1の発明記載の光送信器である。

【0008】

第3の発明は、前記レーザダイオードから発振される光の波長が前記発熱のみの熱源から与えられる熱によって制御されることを特徴とする第1又は第2の発明記載の光送信器である。

【0009】

第4の発明は、前記発熱のみの熱源がトランジスタであることを特徴とする第1乃至第3の発明記載の光送信器である。

【0010】

第5の発明は、前記レーザダイオードのパッケージが同軸型パッケージ（11-a）であることを特徴とする第1乃至第4の発明記載の光送信器である。

【0011】

第6の発明は、前記レーザダイオードのパッケージがMini-DIL型パッケージ（11-b）であることを特徴とする第1乃至第4の発明記載の光送信器である。

【0012】

第7の発明は、情報信号（100）に応じた光信号（102）を出力する第1乃至第6の発明記載の光送信器（10）をそれぞれ備える複数の子局（2）と、前記複数の子局からの光信号が光多重された光多重信号（105）を受信する親局（1）を備える光伝送システムであって、前記子局は、前記光送信器の発熱のみの熱源の発熱量を調節することによって、前記光送信器のレーザダイオードから出力される光信号の波長を制御する波長制御器（18）をさらに備えることを特徴とする光伝送システムである。

【0013】

第8の発明は、前記親局は、前記受信した光多重信号から光ビート雑音を検出する検出器（24）を備え、前記親局は前記検出器の出力結果を元に前記光送信器のレーザダイオードの波長を制御するための波長制御信号を前記子局へ出力し、前記子局の波長制御器は、受け取った前記波長制御信号に応じて前記レーザダ

イオードから出力される光信号の波長を制御することにより、前記光ビート雑音を抑制することを特徴とする第 7 の発明記載の光伝送システムである。

【 0 0 1 4 】

第 9 の発明は、前記波長制御器は、前記レーザダイオードの温度を測定し、温度情報信号を出力する温度測定器 (2 0) を備え、前記子局は前記温度情報信号にも応じた前記光信号を前記親局へ送信し、前記親局は前記温度情報信号を受信する温度情報受信器 (2 5) を備え、前記親局は前記検出器及び温度情報受信器の出力結果を元に前記レーザダイオードの波長を制御するための波長制御信号を前記子局へ出力することを特徴とする第 8 の発明記載の光伝送システムである。

【 0 0 1 5 】

第 1 0 の発明は、前記子局はアンテナ (1 2) を備え、前記情報信号は前記アンテナで受信した無線信号であることを特徴とする第 7 乃至 9 の発明記載の光伝送システムである。

【 0 0 1 6 】

第 1 1 の発明は、前記子局は周波数変換器 (9) を備え、前記情報信号は子局毎に異なる周波数帯に前記周波数変換器で周波数変換され、この周波数変換された信号に応じた光信号が、前記親局へ光サブキャリア多重伝送されることを特徴とする第 7 乃至第 1 0 の発明記載の光伝送システムである。

【 0 0 1 7 】

本発明によれば、発熱のみ (吸熱しない) の一方向の温度変化により、光信号の波長を制御する簡易な方法で、光ビート雑音の伝送品質への影響を抑圧することが可能となる。波長制御は一方向のみの温度制御であるため、制御系の発振は起こりにくく、レーザダイオードパッケージの熱伝達の固体差に依存せず、安定して波長を制御することが可能である。発熱のみの熱源を用いると、結露を引き起こすことはなく、長期的な信頼性を提供することが可能である。また、波長制御器の回路規模は一方向のみの温度制御で良いため、従来の放熱及び吸熱の波長制御器の回路規模と比較して構成は約半分となる。そのため、子局の小型化の推進に適している。また、本発明による波長制御方法は、低コスト化に適した同軸型や Mini-DIL 型パッケージにも適用することが可能であり、光送信器の低コスト

化を促進することができる。

【0018】

また、レーザダイオードは、周辺温度、経年劣化等の様々な要因から、波長が長期的に変動していく。従来は、親局側で常に光ビート雑音を監視して子局側の波長を発熱及び吸熱を用いて設定値に制御し、そのような波長変動に対しても、光ビート雑音の伝送品質への影響を回避していた。しかし、光ビート雑音は、ある程度以上の波長間隔があいてさえいれば、影響を回避することが可能である。従って、本発明のように、熱源のみで波長を変化させる一方向の簡易な波長制御方法で、光ビート雑音を回避することが可能である。本発明によれば、簡易な制御系として伝送システム構成を小型化し、初期導入時だけでなく、長期的に伝送システムの信頼性を高めることが可能となる。

【0019】

また、無線基地局のような屋外に配置される子局では、天候などによりレーザダイオード周辺の温度が著しく変化するという問題点がある。しかし、本発明のように、親局側で子局のレーザダイオードの温度を把握することで、波長設定値の指針を得ることができ、波長制御のステップ数を削減し、迅速に光ビート雑音を回避することが可能となる。

【0020】

通常、ヒータ等の発熱素子をドライブするために大電力トランジスタを用いるが、このトランジスタ自体も発熱素子となりうる。ヒータの場合は、発熱がヒータとトランジスタの2箇所になるが、本発明のように、トランジスタを発熱素子とした場合は、発熱点が一箇所に集約され、効率よくレーザダイオードを加熱することができる。本発明は、[発明の実施の形態]で後述するように、レーザダイオードに対して数℃程度のわずかな温度変化を与えることさえできれば良いので、小型で消費電力の少ないトランジスタ素子による波長制御で、光ビート雑音を回避することが可能となる。また、トランジスタは、封止されているため酸化の心配もない。

【0021】

また、本発明で使用する同軸型のパッケージのレーザダイオードは、フランジ

に熱を伝えることで、容易にパッケージ内のレーザダイオードの温度変化を行うことができる。フランジは面積がある程度あるため、トランジスタと接して配置することが可能であり、熱伝達の効率を上げ、消費電力を節約して温度変化を与えることが可能である。またバタフライ型に比べて構成が簡易であるため、低コストである利点がある。

【0022】

また、本発明は、光サブキャリア多重アクセスとパッシブ多重伝送の併用により、各子局からは、情報信号がない場合においても、常にCW (Continuous Wave) の光信号が親局側に伝送されている。従って、光ビート雑音の監視は常時することが可能である。無線信号のようなバースト的な変調信号を伝送する系においても、常に光ビート雑音を抑圧して、高い伝送品質を確保することが可能である。

【0023】

【発明の実施の形態】

図面を用いて本発明の実施形態を説明する。子局数は説明上3つと想定したが、複数個であれば幾つでもよい。

【0024】

(第1の実施形態) 第1の実施形態に係る光伝送システムの概略構成図を図1に示す。図1において、親局1と複数の子局2a~2cが光ファイバ3で接続されている。本実施形態では、親局1から子局2への下りリンク及び子局2から親局1への上りリンクは、バス型の光ファイバ3a及び3bで接続しているが、スター型、ツリー型、あるいはパッシブ光多重であれば、それ以外の伝送系でも構わない。本実施形態では、光ビート雑音が問題となる上りリンクについて説明する。子局2aは、親局1へ伝達する情報信号100を、変調器9で変調信号101に変換し、光送信器10内のレーザダイオード11に入力する。情報信号100がアンテナ12で受信した無線信号である場合には、変調器9は周波数変換器として動作しても、あるいはレベル調整などの動作をしても構わない。レーザダイオード11は、変調信号101により直接変調されて、予め子局2aに割り当てられた波長 λ_a をもつ光信号102を親局1へ伝送する。同様に、各子局2b、2cからも波長 λ_b 、 λ_c をもつ光信号103、光信号104を出力する。各

光信号102、103、104は、光カプラ4を介して光ファイバ3bで光多重される。光多重された光信号105は、親局1内の光受信器15で受信されて、受信信号106となる。受信信号106は、復調器16で復調されて、各子局2からの情報信号100を得る。子局2からの光信号102、103、104の波長 λ_a 、 λ_b 、 λ_c が接近すると、受信信号106の帯域内に光ビート雑音が現れ、各子局から送られてくる情報信号100の伝送品質が劣化する。従って、光信号102、103、104の波長 λ_a 、 λ_b 、 λ_c を制御して、光ビート雑音の影響を回避する必要がある。各子局2は波長制御器18を備える。図1に示される波長制御器18の概略構成図を図2に示す。

【0025】

子局2内のレーザダイオード11に対する波長制御手段として、発熱のみの熱源素子17を用いる。発熱のみによる波長制御方法として、比例制御型を例にとり説明する。図2において、レーザダイオード11のまわりには、発熱のみの熱源17とレーザダイオード11の温度を検出するための熱検出器（例えば、サーミスタ等）19を備える。すなわち、光送信器10はレーザダイオード11、熱源17を備え、さらに、サーミスタ19を備えても良い。温度測定回路20は、サーミスタ19の抵抗値変化から、レーザダイオード11の温度を測定し、温度測定値107を出力する。温度測定値107は、温度設定器21からの温度設定値108と比較回路22で比較され、その誤差信号109を熱源駆動回路23に入力する。熱源駆動回路23は、誤差信号109の大きさに応じて、熱源17の発熱量を比例制御して、レーザダイオード11の温度を温度設定値108に安定化させる。サーミスタ19は、例えば、レーザダイオード11のフランジに接着させ、レーザダイオード11の温度を感知しやすい位置に設置する。熱源17も、レーザダイオード11のフランジに接着して、熱抵抗成分を減らして消費電力の低減等を行うとよい。このような発熱のみの温度制御においても、1.0℃以下の温度安定度は達成でき、レーザダイオード11から出力される光信号102の波長 λ を0.1nm以下で制御することが可能である。

【0026】

図3は、発熱のみの熱源17としてトランジスタを用いた場合の光送信器及び

波長制御器の回路構成図である。基準電圧V1、抵抗R1、抵抗R2、サーミスタ19により、パッケージされたレーザダイオード11の温度を測定する。サーミスタ19は、レーザダイオード11のフランジなどの外部と熱的に接触可能な熱的接触部に接して配置し、パッケージ内のレーザダイオード11の温度変化に敏感にさせる。また、抵抗R3、R4、R5、R6、コンデンサC、オペアンプにより、上記の測定したレーザダイオード11の温度値と温度設定値を比較する。比較された差分信号は、抵抗R7を介して、熱源であるトランジスタ17のベースに入力される。パッケージ内のレーザダイオード11の温度と温度設定値の差分値と負荷抵抗R8に応じて、トランジスタ17に流入する電流値を変化させ、トランジスタ17の発熱量を変化させることによって、パッケージ内のレーザダイオード11に対して温度制御を行う。通常、トランジスタ17は個別にパッケージされているが、放熱用に接地電極などの外部と熱的に接触可能な熱的接触部が設けられている。このトランジスタの熱的接触部とレーザダイオード11の外部と熱的に接触可能な熱的接触部を接して実装することで、電子回路素子においても、レーザダイオード11の温度を変化させて、波長を制御することが可能である。熱源素子17として、図3ではNPNトランジスタを用いたが、それ以外のPNPトランジスタやFETの電子回路素子等を用いてもよいし、発熱するものであれば何でもよい。レーザダイオード11のパッケージが同軸型である場合、レーザダイオードのアノードは、フランジと電氣的に接続され、グラウンドにおとされて動作特性を安定させることが多い。そのため、面積があるフランジにトランジスタを接して実装することは容易であり、熱伝達の点から、温度変化を与えやすく、波長変化の効率が良い。

【0027】

本実施形態では、温度制御として比例制御型について述べたが、それ以外の方法でも構わない。例えば、熱源をOnとOffで単純に切り替えるOn-Off制御型もある。On-Off制御の場合は、温度測定値107が温度設定値108より高ければ熱源17をOffとし、温度測定値107が温度設定値108より低ければ熱源17をOnにする。熱源駆動回路23では、例えば、動作感度を上げてヒステリシスをもたせたり、また熱源容量を考慮した時間遅れをもたせたりして、On-Offが頻繁

に起こりすぎないようにする。また、On-Off制御型の変形として、パルス間隔制御型もある。このパルス間隔制御は、On-Offを切り替える間隔及びその周期を変化させて、比例制御型に近い制御が可能な方法である。これら以外の方法を用いた温度制御でも構わない。

【0028】

図4及び図5は、光送信器10の概略構成図である。発熱のみの熱源17としてトランジスタを用いている。図4はレーザダイオードとして同軸型パッケージ11-aを用いた場合の具体例である。図4において、同軸型レーザダイオード11-aの熱的接触部（フランジ）31を筐体32にネジ33でネジ穴34に固定する。その際、ネジ33に例えば樹脂、アクリル等の非導電体を用い、さらに、筐体32とフランジ31の間に、同様に樹脂、アクリル、テフロン等の非導電体35を設けることにより、同軸型レーザダイオード11-aから筐体32への熱伝導を抑えている。また、ネジ止めする際には、熱源であるトランジスタ17の熱的接触部（熱伝導部、例えば放熱部）もフランジ31に接着して固定させる。通常、フランジ31はグランドにおとすことが多く、トランジスタ17の熱伝導部もグランド電極と共用になるようにすればよい。このような構成とすることで、同軸型レーザダイオード11-aから筐体32への熱伝導を抑えて、トランジスタ17の熱が同軸型レーザダイオード11-aに効率的に伝わり、かつ熱が逃げにくくなる。従って、少ない消費電力のトランジスタによって同軸型レーザダイオード11-aの波長を変化させることができる。また、同軸型レーザダイオード11-aの温度を測定するためのサーミスタ19はフランジ31に接着させることで、同軸型レーザダイオード11-aの温度変化に敏感に反応して、温度を正確に測定することが可能となる。

【0029】

図5はレーザダイオードとしてMini-DIL型パッケージ11-bを用いた場合の具体例である。図5のMini-DIL型レーザダイオード11-bにおいては、基板39に対向する第1主面と反対側の第2主面に熱伝導部がある。この熱伝導部に熱源であるトランジスタ17とサーミスタを接着させて固定する構成とする。放熱効果の強い基板39とトランジスタ17との間にMini-DIL型レーザダイオード1

1-bを設けることにより、トランジスタ17の熱をなるべく基板39に逃がさずに、Mini-DIL型レーザダイオード11-bに伝えることが可能である。

【0030】

次に、発熱のみの温度制御が、発熱及び吸熱による温度制御と異なる点について説明する。この異なる点とは、レーザダイオード11の温度は、レーザダイオード11の周辺温度よりも高い温度設定値108にしか安定化させられないことである。以下、本実施形態に係る発熱のみの温度制御について詳細に説明していく。

【0031】

温度設定値108が子局2の周辺温度よりも十分高い場合は、レーザダイオード11の温度は、温度設定値108に追従する。しかし、子局2の周辺温度が、温度設定値108よりも高い場合は、レーザダイオード11の温度は周辺温度に追従してしまう。従って、レーザダイオード11の温度は、温度設定値108から外れて、波長制御がかかっている状態となる。温度測定値107は、波長制御がかかっている場合には、温度設定値108と一致し、子局2の周辺温度が高くなり波長制御が外れた場合には、周辺温度に追従したレーザダイオードの温度を示している。周辺温度とレーザダイオード11の温度測定値はほとんど等しいと考えられる。従って、温度設定値108と温度測定値107の関係から、波長制御の状態を把握することが可能である。本発明における波長制御は、このような2つの波長状態を想定する必要がある、その制御方法は幾つか考えられる。

【0032】

波長制御の目的は、光ビート雑音の影響を回避することであるため、親局1において、受信信号106に光ビート雑音の影響が現れていない状態であれば、波長 λ が、波長制御から外れて周辺温度に依存していても問題ではない。複数の光信号102の波長が近傍にあり、光ビート雑音の影響を回避するために波長制御を行う際には、波長制御器18は、温度設定値108を温度測定値107よりも高く設定することが必要である。他の波長制御方法としては、予め、温度設定値108を、レーザダイオード11の周辺温度よりも十分高い値に設定しておき、レーザダイオード11への波長制御が外れる状態を回避してもよい。子局2が室

内などの周辺温度が安定した場所に設置されるのであれば、レーザダイオード11の温度を温度設定値108に安定化させておくことは容易である。従って、初期導入時、あるいは定期点検時等において、受信信号106の帯域内に光ビート雑音が発生しないように、子局2の波長 λ に対して、波長間隔を充分確保して波長設定する方法もある。

【0033】

但し、レーザダイオード11は、通常、経年劣化により発振波長 λ が変化していくことは珍しくない。また、子局2が室外に設定される場合などは、天候による子局の周辺温度の変動により、レーザダイオード11の温度が大きく変化することが考えられる。そのような要因による波長変動に対して高い信頼性を提供する波長制御方法を、第2の実施形態として示す。

【0034】

(第2の実施形態) 第2の実施形態に係る光伝送システムの概略構成図を図6に示す。第1の実施形態と同一の構成については同一番号を付した。第2の実施形態は、親局1において光ビート雑音の有無を検出し、その検出情報に基づいて各子局2の波長 λ を制御する方法である。

【0035】

親局1において、光受信器15で受信した受信信号106の一部は、雑音検出器24に入力される。雑音検出器24は、受信信号106に含まれる光ビート雑音の有無を検出する。周辺温度変化や経年劣化等の影響から、いずれかの光信号102~104の波長が序々に接近して光ビート雑音が発生することが想定される。従って、光ビート雑音は、高い周波数帯域から、受信信号106の情報信号帯域に接近してくるよう発生する。雑音検出器24は、光ビート雑音が受信信号106の伝送品質を劣化させる前に検出したいため、例えば、受信信号106よりも高い帯域に、雑音量のスレッシュホールド値を設けて、光ビート雑音の有無を監視する。光ビート雑音が無い場合は、各子局2のレーザダイオード11の波長 λ に対して制御は行わない。そして、光ビート雑音を検出された場合は、光ビート雑音を低減するように、各子局2のレーザダイオード11の波長 λ に対して独立又は共通に制御を行う。雑音検出器24は、子局2の波長を制御するための波

長制御信号 111 を発生する。変調器 5 は、下りリンクの情報信号 112 を変調信号に変換するとともに、波長制御信号 111 を重畳して、下り信号 114 を出力する。情報信号 112 が無線信号である場合は、変調器 5 は各子局 2 に各情報信号を割り当てるための周波数変換などを行い、波長制御信号 111 をサブキャリア多重させる。下り信号 114 は、光送信器 6 で光信号 113 に変換されて、親局 1 から子局 2 へ伝送する。光信号 113 は、光ファイバ 3a、光ケーブル 4 を介して、各子局 2 へ伝送される。

【0036】

各子局 2 は、親局 1 から伝送されてきた光信号 113 を、光受信器 7 で受信する。光受信器 7 は、親局 1 からの下り信号 114 を復調器 8 へ出力する。復調器 8 は、下り信号 114 から、情報信号 112 と波長制御信号 111 を抽出し、波長制御信号 111 は波長制御器 18 へ出力する。波長制御器 18 は、波長制御信号 111 に基づいて、レーザダイオード 11 の波長 λ を制御する。波長制御信号 111 は、例えば、“+0.05nm” または “-0.10nm” 等の波長シフトの情報とする。子局 2 側は、その波長制御信号 111 に基づいて、波長 λ を制御して、光ビート雑音の影響を回避する。ここで第 1 の実施形態において言及したように、波長制御器 18 内の温度設定値 108 が子局 2 の周辺温度よりも十分高い場合は、上記のような波長シフト情報でもよい。但し、子局 2 が室外に設置され、仮に温度設定値 108 が室温程度である場合、レーザダイオード 11 の温度が温度設定値 108 よりも高くなることが考えられる。そのため、子局 2 は、波長制御を行う際には、必ず、温度設定値 108 をレーザダイオード 11 の温度測定値 107 よりも高く設定する。

【0037】

(第 3 の実施形態) 親局 1 で各子局 2 の波長を集中管理する場合は、波長制御を正確に行うために、親局 1 は、子局 2 内のレーザダイオード 11 の温度を把握する必要がある。そのような伝送システムを、第 3 の実施形態として説明する。

【0038】

第 3 の実施形態に係る光伝送システムの概略構成図を図 7 に示す。子局 2a は、親局 1 へ伝送する変調信号 101 に、温度測定回路 20 からの温度情報信号 1

07を重畳して、これらの信号101、107でレーザダイオード11を駆動する。レーザダイオード11は光信号102を出力し、親局1へ伝送する。親局1では、各子局2からの光信号102、103、104が光多重された光信号105を、光受信器15で受信し、受信信号106を得る。受信信号106は3つに分岐されて、温度情報受信器25、雑音検出器24、復調器16へ出力される。温度情報受信器25は、各子局2からの温度情報信号107を抽出する。一方、雑音検出器24は、光ビート雑音の有無を検出する。雑音検出器24において、光ビート雑音が検出されていない状態であれば、各子局2の波長制御を行う必要はない。光ビート雑音が検出された場合は、子局2の波長制御を行う。波長制御信号発生器26では、温度情報受信器25及び雑音検出器24から伝達される情報から、各子局2の温度設定値を決める波長制御信号111を出力する。波長制御信号111は、変調器5において、情報信号112に重畳されて、下り信号114となり、子局2側へ伝送される。この際、波長制御信号発生器26は、子局2側の温度情報がわかっているため、レーザダイオード11の温度よりも高い温度設定値の情報を出力する。従って、子局2の周辺温度が温度設定値よりも高くなり、波長制御器18が機能しないことを回避し、子局2の波長 λ を確実に制御することが可能なる。また、親局1で温度情報を把握することは、各子局2の波長制御器18が機能しているかを親局1で把握することになり、保守及び管理が容易になる利点もある。

【0039】

図8に、親局1と子局2間における波長制御のアルゴリズム例を示す。但し、図8のアルゴリズム中における、親局1の雑音検出器24で光ビート雑音の発生に関与している子局2を判断する方法は、例えば特開平11-275010号公報に示されている方法である。大きく異なる点は、子局の周辺温度が温度設定値よりも高い場合でも正確に波長制御が行えるように、長波長側への波長シフトから波長制御フローが始まることにある。

【0040】

親局1内の雑音検出器24は、光ビート雑音（以下、OBI: Optical Beat Interferenceと記述）を定期的に監視し、光ビート雑音の雑音量がスレッシュホールド（

以下、 V_{th} と記述) 以上となった場合に、子局2の波長を制御するフローに入る (S100)。各子局2は、サブキャリア多重するため、それぞれ固有の周波数帯が割り当てられている。親局1は、OBIに含まれている周波数成分を検出して (S110)、その検出結果から、OBIに関与している子局 $2i$ 、子局 $2i+1$ を特定する (S120)。そして、どちらかの子局2を選択する。ここでは子局 $2i+1$ を選択したと想定する。親局1は、子局 $2i+1$ のための温度設定値を、子局 $2i+1$ のレーザダイオードの温度よりも高く設定し (S130)、確実に波長制御が行えるようにする。そして、波長制御信号111を子局 $2i+1$ に伝達し、子局 $2i+1$ の波長を長波長側にシフトする (S140)。波長シフト量 $d\lambda$ は、例えば0.05nmとする。波長シフト量 $d\lambda$ の大きさは、OBIを低減させる十分なシフト量であり、かつ、他子局2間との新たなOBIを発生しない程度のシフト量が望まれる。後述するように、隣接波長間隔は、0.16nm以上あれば、光ビート雑音量はほとんど影響を及ぼさない。まず光ビート雑音を検出するには、光ビート雑音量に変化が現れはじめる0.16nm辺りが最適である。それ以上の波長差では光ビート雑音量は-140dB/Hz以下で横ばいの状態であり、光ビート雑音の発生を検出することが困難である。光ビート雑音を検出し、0.05 nmとした $d\lambda$ の波長シフトを施すと、波長間隔は0.11nmまたは0.21nmとなる。子局 $2i$ と子局 $2i+1$ の波長間隔が0.21 nmとなればOBIは十分低減される。また、0.11nmの場合は、OBIが大きくなるが -130 dB/Hz程度であり、受信信号106の伝送品質に致命的な影響はまだ及ぼさない。そのため $d\lambda=0.05\text{nm}$ あたりが適当であるが、 $d\lambda$ はそれ以外の値でも構わない。波長をシフトした後、雑音検出器でOBIを測定する (S150, S160)。OBIが V_{th} 以下まで低減されていれば、制御フローは終了する (S170)。

【0041】

OBIは減少したが、依然として V_{th} 以上であれば、他子局2とのOBIが新たに発生した可能性があるため、再度OBIに関与している子局2を特定する (S180)。OBIに関与している子局2に変化がなければ、子局 $2i+1$ の波長を、再度、長波長側にシフトさせる (S140へ)。また新たに関与している子局 $2i+2$ を検出した場合は、波長シフトされた子局 $2i+1$ とのOBIであるため、子局 $2i+1$ と子局 $2i+2$ について波長制御フローを行う (S120へ)。図8では、(a) $2i+1$ 、 $2i+2$ を $2i$ 、

$2i+1$ と変数を置換して示している。一方、OBIが増加した際には、2つの場合が考えられる。一つめは、子局 $2i+1$ が子局 $2i$ 以外の子局 $2i+2$ と新たなOBIを発生させた場合であり、もう一つは、子局 $2i$ 、子局 $2i+1$ の波長を接近させてしまった場合である。そのため、OBIが増加したら、まずOBIに関与している子局2を特定する(S190)。OBIに関与している子局2に変化があれば、前者の場合である。前者の場合は、子局 $2i+1$ と子局 $2i$ のOBIを低減させておく必要があるため、子局 $2i+1$ の波長はシフトさせたままとする。そして、子局 $2i+2$ の波長を長波長側にシフトさせることになる。図8においては、(a)子局 $2i+1$ 、 $2i+2$ を子局 $2i$ 、 $2i+1$ と置換して、波長制御のフローを繰り返す形態で図示している。また、OBIに関与している子局2に変化がなければ、後者の場合なので、シフトさせた子局 $2i+1$ の波長を元の設定値に戻し、子局 $2i$ の波長を長波長側にシフトさせる。図8ではこのフローを※印で示している。このとき、子局 $2i$ の波長をシフトさせた場合に、他子局 $2i+2$ との新たなOBIを発生させる可能性がある。その場合は、子局 $2i+2$ の波長をシフトさせる必要がある。図8では、※印の制御フローの後に、OBIに関与している新たな子局 $2i+2$ を特定した場合の変数置換は、(b) $(i, i+2) \rightarrow (i, i+1)$ と示している。波長制御のアルゴリズムは、図8以外にもいろいろ考えられ、他の方法でも構わない。

【0042】

図9に、2つの子局から出力される光信号の波長間隔 $\Delta\lambda$ [nm]と、光ビート雑音の大きさを表すROBIN (Relative Optical Beat Interference noise) [dB/Hz]の関係を示す。レーザダイオードの光変調度OMI (Optical Modulation Index)をパラメータにとり示す。各レーザダイオードを100MHzまたは110MHzの正弦波信号で変調した場合のROBINを1GHz帯で測定した。図9から、 $\Delta\lambda$ が小さくなるにつれて、光ビート雑音量が大きくなっていることがわかる。光ビート雑音の影響が無視できるレベルを、レーザダイオードの相対強度雑音相当として-140dB/Hz以下とすると、OMIに応じてROBINの変化差はあるものの、 $\Delta\lambda$ は0.16 nm以上であればよい。また、レーザダイオードの波長の温度依存性は、典型値として0.1nm/℃である。仮に、全てのレーザダイオードの出力波長が一致している場合においても、各レーザダイオードに対して1.6℃以上の温度差を与えることで、光ビー

ト雑音は回避可能である。子局数が2つであれば少なくとも1.6℃、子局数が4つであれば少なくとも4.8℃、子局数が8個であれば少なくとも12.8℃の温度変化を付加すれば良い。さらに、パッシブ光多重伝送系においては、各子局の波長は等間隔に並んでいる必要はない。そのため、波長制御器は、波長間隔として0.16 nm以上の波長変化を与えることが可能な構成であれば十分であり、例えば、周囲温度を1.6°以上上げることが可能な小電力トランジスタが挙げられる。

【0043】

以上説明した第1～第3の実施形態においては、レーザダイオード11の波長制御に発熱のみの熱源17を用いていたが、温度を制御する方向が一方向であるという点から、吸熱のみの波長制御でも構わない。レーザダイオード11に対して吸熱のみを提供する方法は、例えば、ペルチェ素子を、一方向のみで電流を注入して使用し、吸熱面をレーザダイオード11に接して実装させる、インバータ付きのファンをレーザダイオードに向けてまわし、レーザダイオードの温度上昇を抑える等が考えられる。発熱素子としては、ニクロム線などの発熱体であっても良い。また、情報信号100がバースト的であり強度が変動するような無線信号である場合は、レーザダイオード11の光変調度が0.0から1.0を超えて広範囲にばらつくことが考えられる。しかし、光ビート雑音は、図9に示されるように、光変調度に依存せず、 $\Delta\lambda$ が0.16nm近傍から増加する同様の振る舞いを示し、本発明による第1～第3の実施形態を適用することが可能である。

【0044】

尚、本実施形態が適用可能なレーザダイオードのパッケージは同軸型やMini-DIL型に限定されるものではなく、レーザダイオードのみがパッケージされている簡易な構成のものであれば種々適用可能である。

【0045】

【発明の効果】

本発明によれば、発熱一方向の温度変化により、光信号の波長を制御する簡易な方法で、光ビート雑音の伝送品質への影響を抑圧することを可能とする。波長制御は一方向のみの温度制御であるため、制御系の発振は発生しにくく、レーザ

ダイオードのパッケージを含めた熱伝達による固体差に依存せず、安定して波長を制御することが可能である。ペルチェ素子が内蔵不可能な同軸型やMini-DIL型等のパッケージのレーザダイオードに対しても、本発明による発熱のみの波長制御を適用することで、光伝送部の低コスト化を果たすことが可能となる。波長制御器の回路規模は一方向のみの温度制御で良いため、従来の放熱及び吸熱の波長制御器の回路規模と比較して構成は約半分となる。そのため、子局の小型化にも適している。

【 0 0 4 6 】

また、パッシブ光多重伝送系においては、各子局の波長は等間隔に並んでいる必要はなく、各子局の波長間隔が0.16 nm以上であればよい。発熱素子には、大規模なヒータ等ではなく、小型で消費電力の少ないトランジスタを用いることで、発熱点を一箇所に集約し、効率よくレーザダイオードを加熱することができる。またトランジスタ自体は、封止されているため結露の心配がない。

【 0 0 4 7 】

従って、長期的に高い信頼性を備えており、簡易な構成であり、かつ効率的な消費電力の波長制御系を提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の第 1 の実施形態に係る光伝送システムの概略構成図。

【図 2】 波長制御器 1 8 の概略構成図。

【図 3】 発熱のみの熱源としてトランジスタを用いた場合の波長制御器 1 8 の回路構成図。

【図 4】 レーザダイオードとして同軸型パッケージを用いた場合の光送信器 1 0 の概略構成図。

【図 5】 レーザダイオードとしてMini-DIL型パッケージを用いた場合の光送信器 1 0 の概略構成図。

【図 6】 本発明の第 2 の実施形態に係る光伝送システムの概略構成図。

【図 7】 本発明の第 3 の実施形態に係る光伝送システムの概略構成図。

【図 8】 本発明の波長制御アルゴリズムを示した構成図。

【図 9】 波長間隔と光ビート雑音の関係を示した図。

【図10】 光ビート雑音を説明するための図。

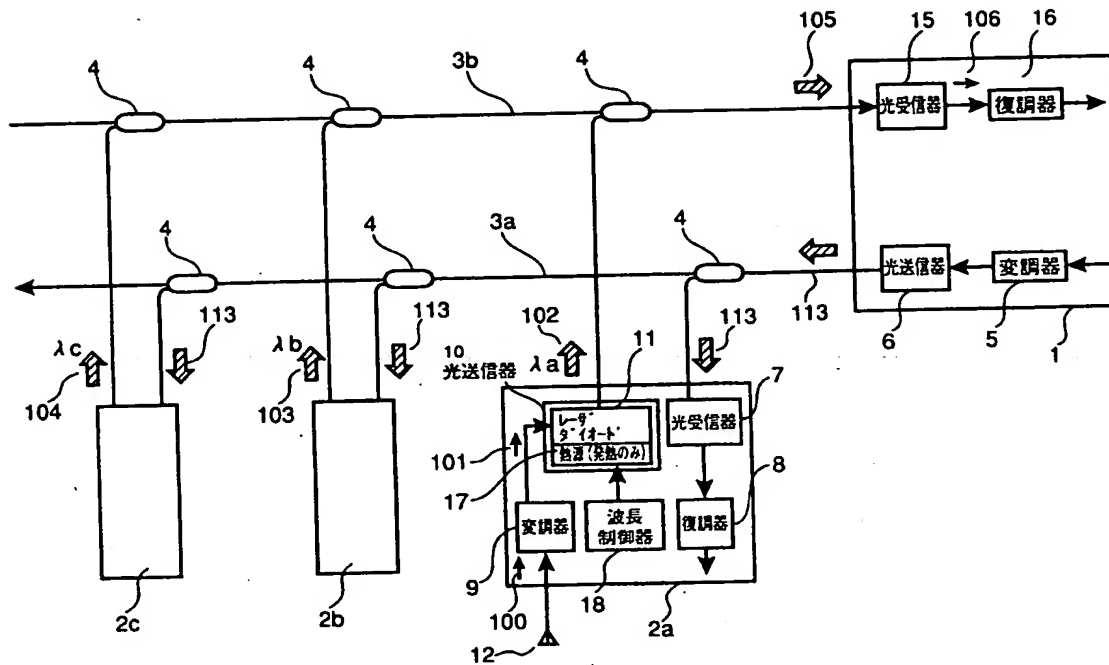
【符号の説明】

- 1 親局
- 2 子局 3 光ファイバ
- 4 光カプラ
- 5 変調器
- 6 光送信器
- 7 光受信器
- 8 復調器
- 9 変調器
- 10 光送信器
- 11 レーザダイオード
- 12 アンテナ
- 15 光受信器
- 16 復調器
- 17 発熱のみの熱源（トランジスタ）
- 18 波長制御器
- 19 熱検出器（サーミスタ）
- 20 温度測定回路
- 21 温度設定器
- 22 比較回路
- 23 熱源駆動回路
- 24 雑音検出器
- 25 温度情報受信器
- 26 波長制御信号発生器 100 情報信号
- 101 変調信号
- 102 子局2aからの上り光信号
- 103 子局2bからの上り光信号
- 104 子局2cからの上り光信号

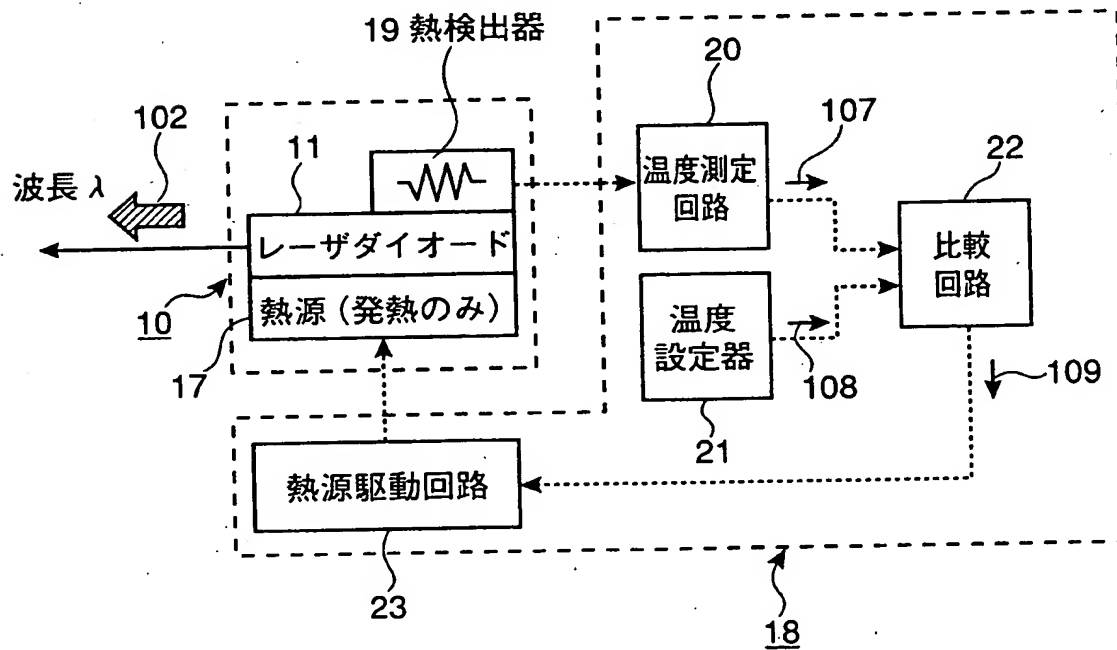
- 105 光多重信号
- 106 受信信号
- 107 温度情報信号
- 108 温度設定値
- 109 差分信号
- 111 波長制御信号
- 112 情報信号
- 113 下り光信号
- 114 下り信号

【書類名】 図面

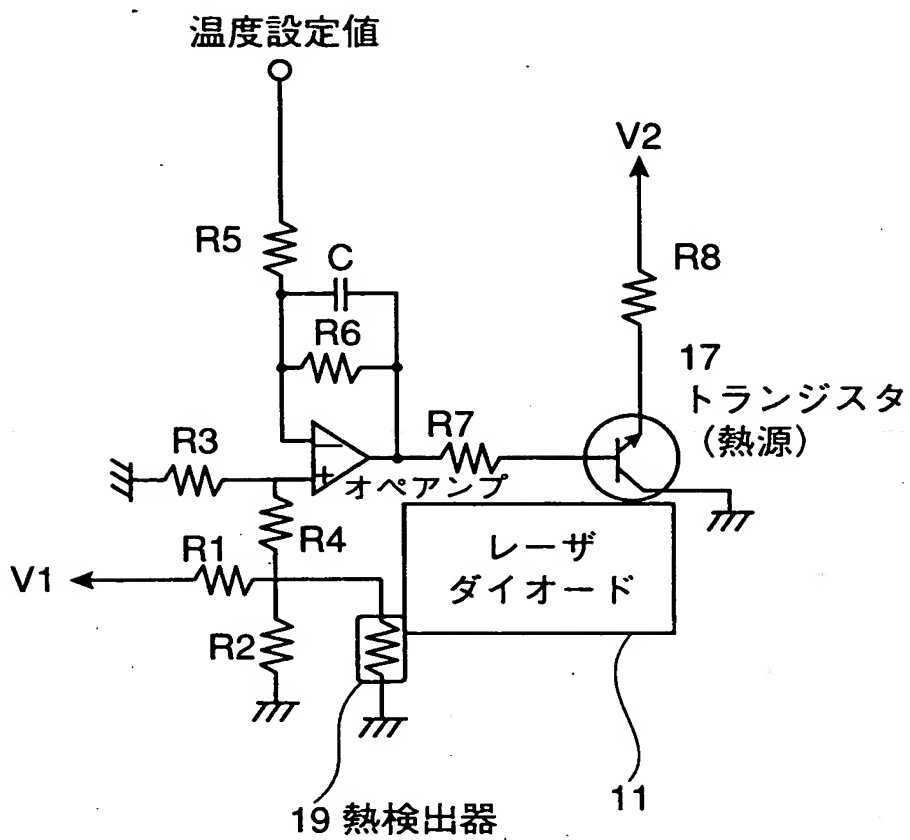
【図 1】



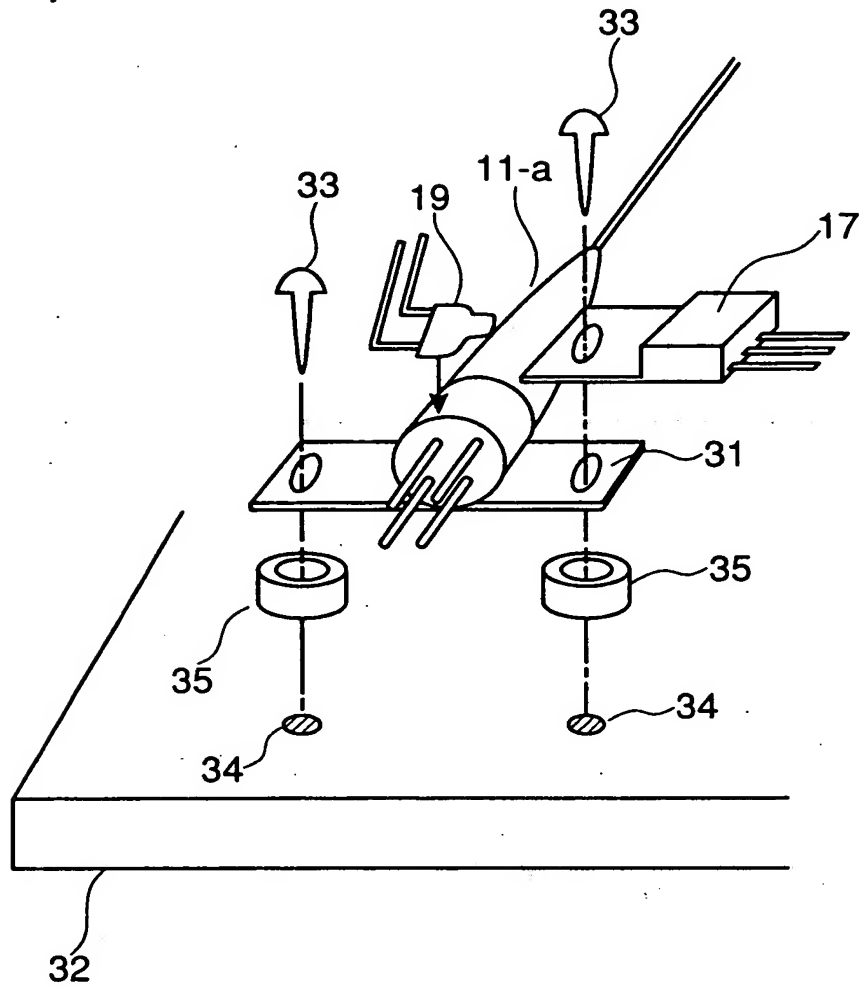
【図 2】



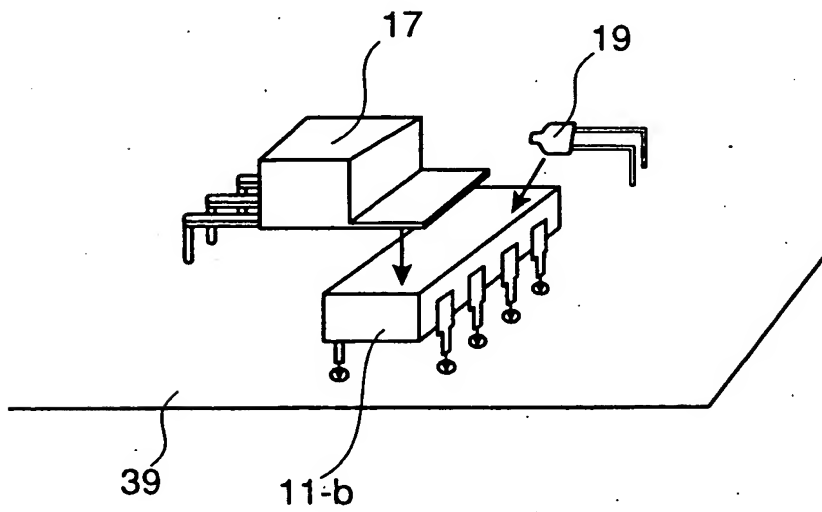
【図 3】



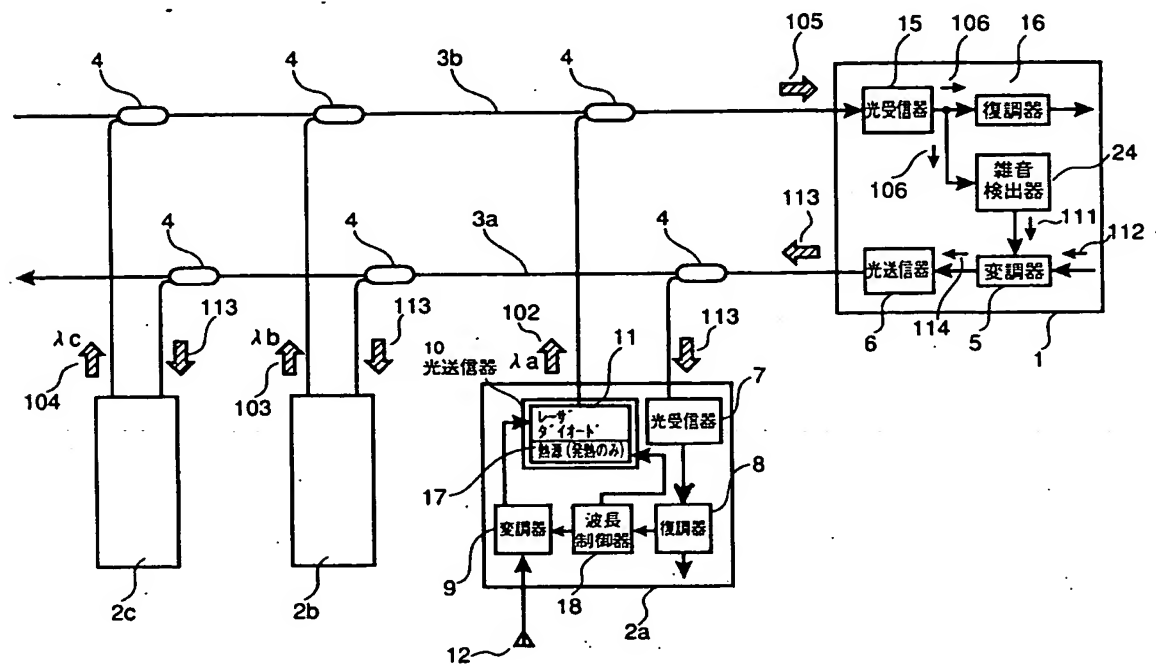
【図 4】



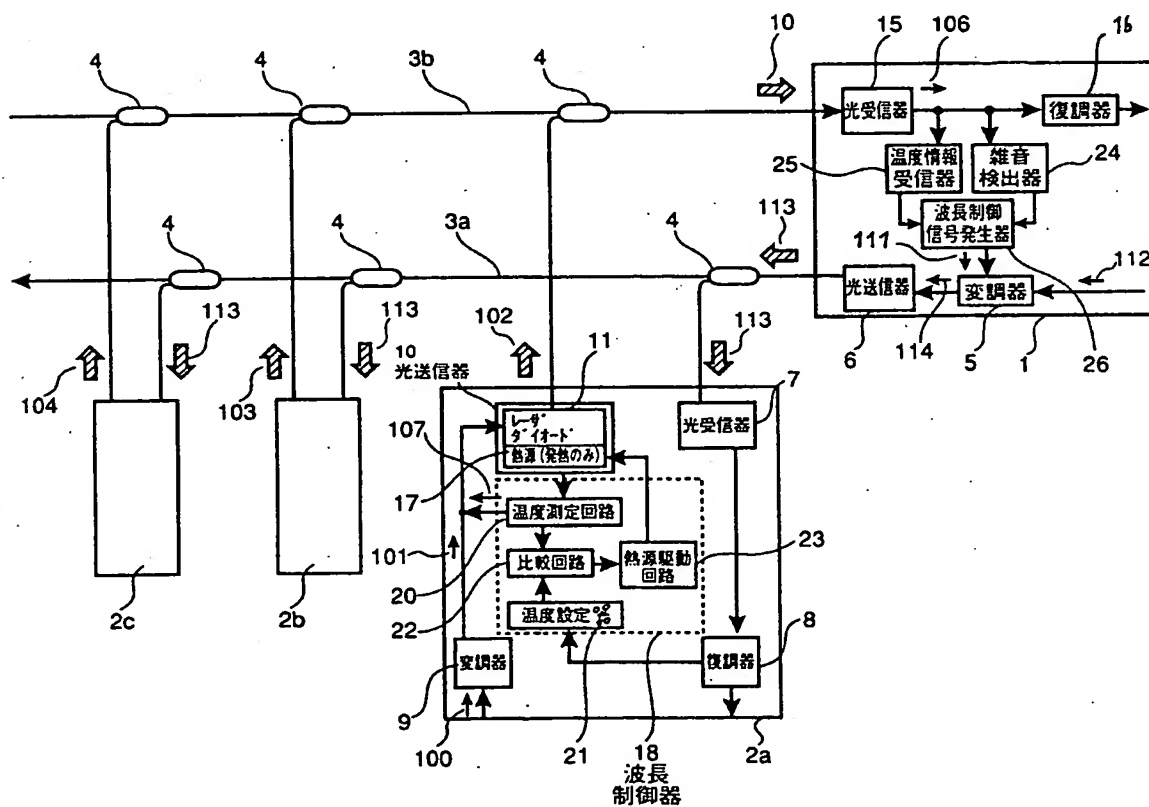
【図 5】



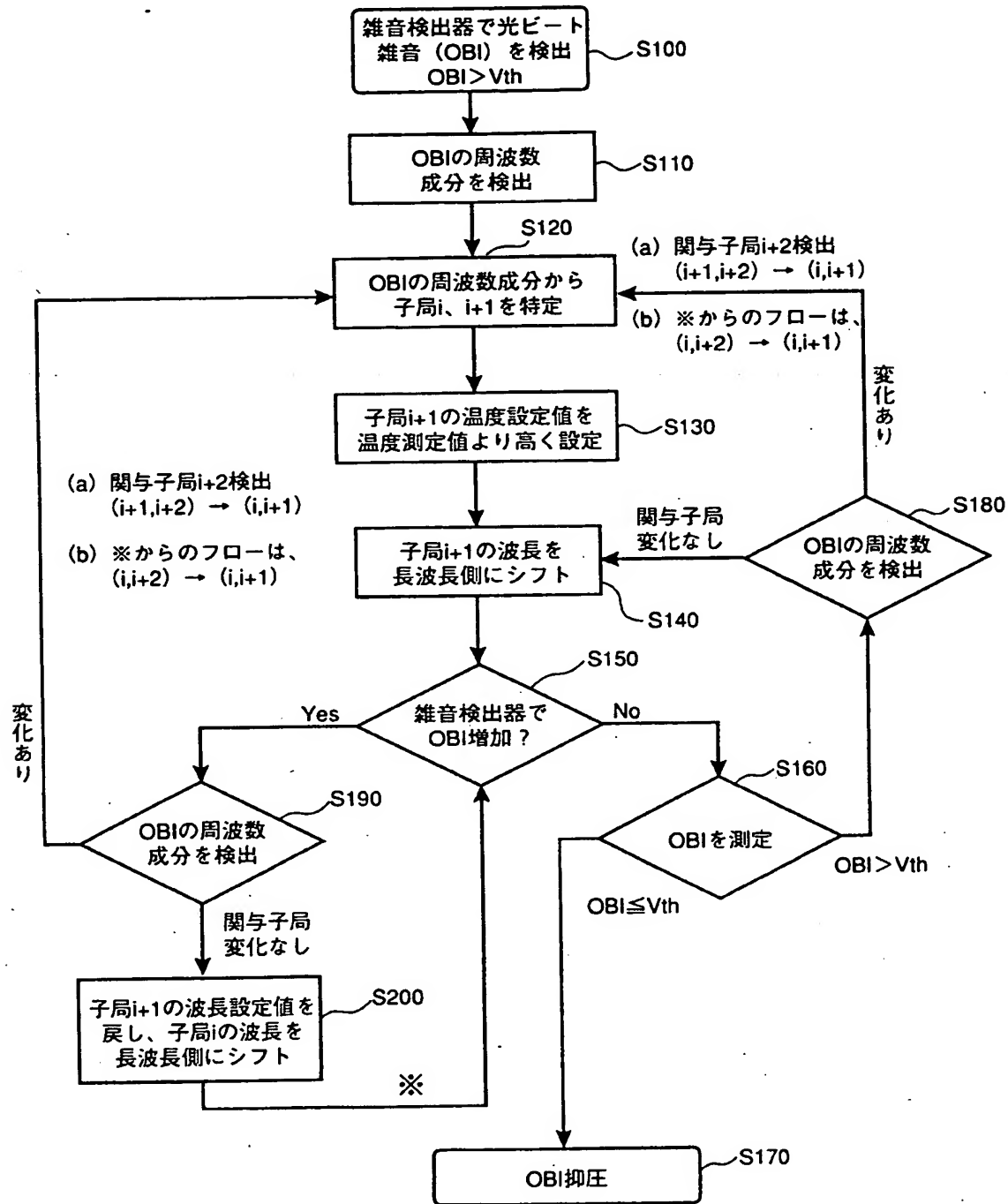
【図6】



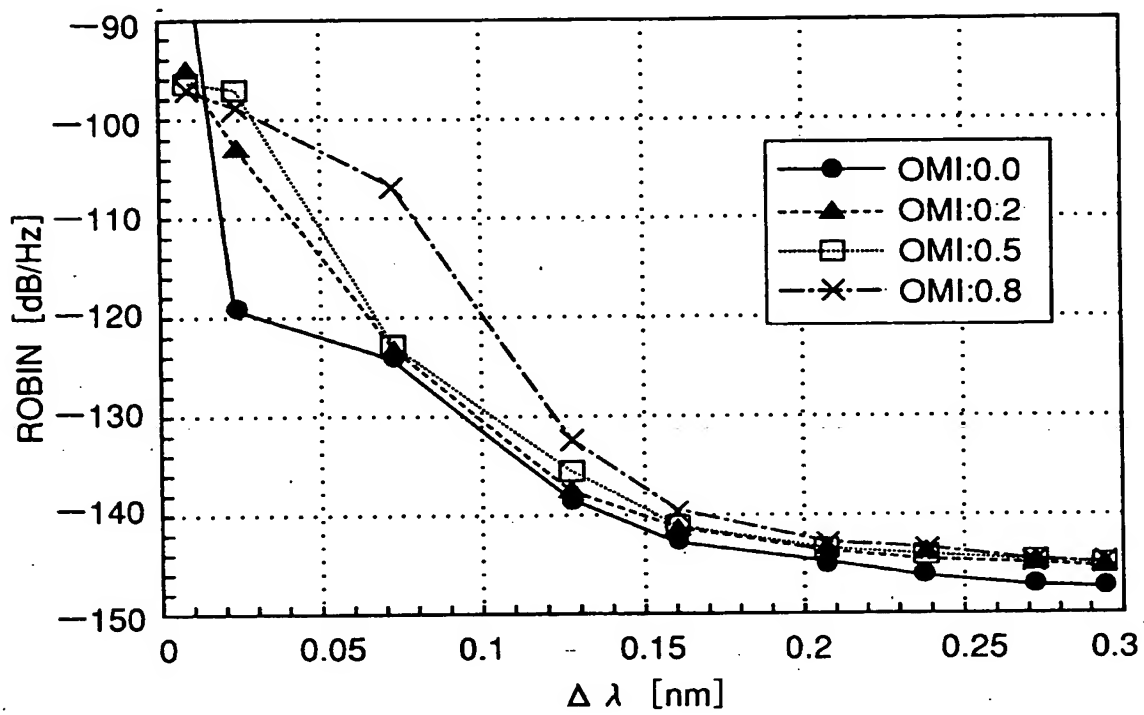
【図7】



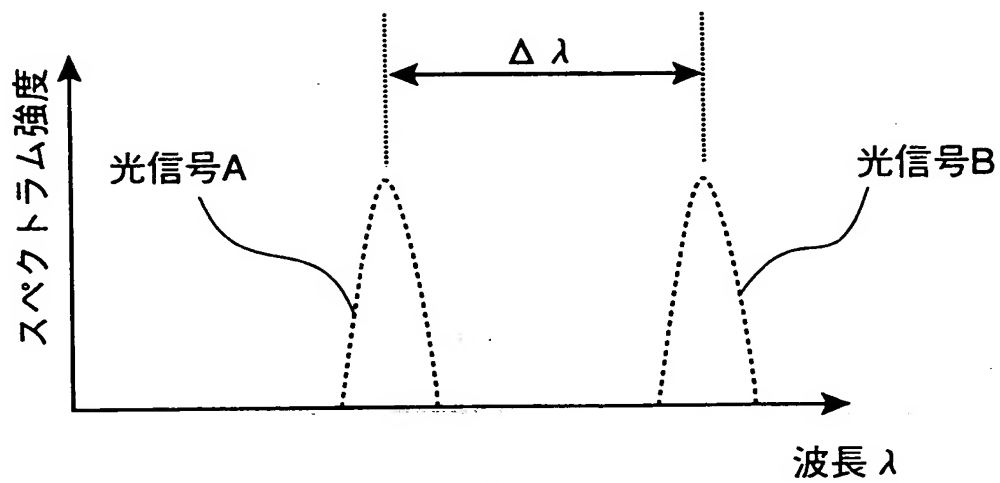
【図 8】



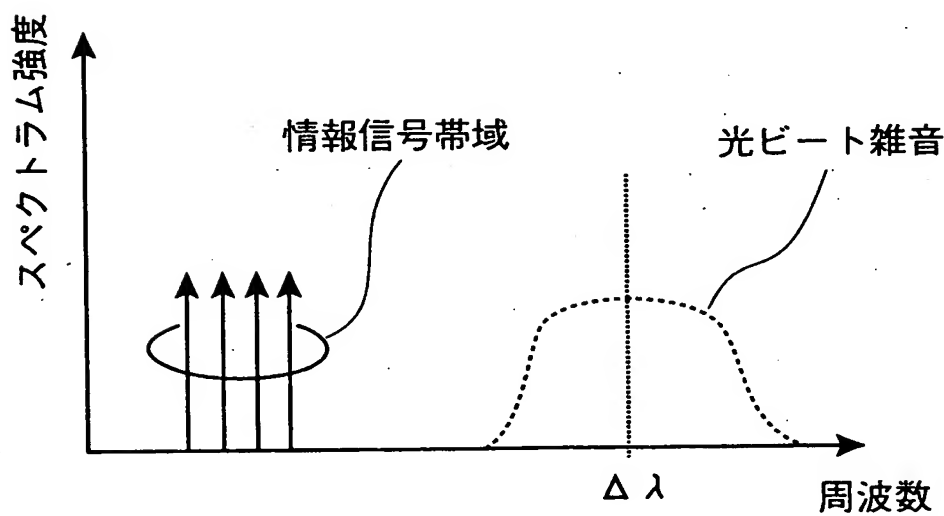
【図9】



【図10】



(a)



(b)

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 親局と複数の子局におけるパッシブ光多重アクセス系の上りリンクにおいて、光ビート雑音の影響を抑圧することを目的とする。

【解決手段】 情報信号（１００）に応じた光信号（１０２）を出力する光送信器（１０）をそれぞれ備える複数の子局（２）と、前記複数の子局からの光信号が光多重された光多重信号（１０５）を受信する親局（１）を備える光伝送システムであって、前記子局は、前記光送信器の発熱のみの熱源（１７）の発熱量を調節することによって、前記光送信器のレーザダイオード（１１）から出力される光信号の波長を制御する波長制御器（１８）をさらに備えることを特徴とする光伝送システム。

【選択図】 図１

認定・付加情報

特許出願の番号

特願2001-038022

受付番号

50100207123

書類名

特許願

担当官

第七担当上席

0096

作成日

平成13年 2月16日

<認定情報・付加情報>

【提出日】

平成13年 2月15日

次頁無

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003078]

1. 変更年月日 1990年 8月22日
[変更理由] 新規登録
住 所 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地
氏 名 株式会社東芝
2. 変更年月日 2001年 7月 2日
[変更理由] 住所変更
住 所 東京都港区芝浦一丁目1番1号
氏 名 株式会社東芝